



SCHWEIZERISCHE EidGENOSSENSCHAFT  
EIDGENÖSSISCHES AMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM



Klassierung:

21 d<sup>3</sup>, 2  
21 f, 65

Int. Cl.:

H 02 h 7/02  
H 05 b 39/10

Gesuchsnr.:

8380/65

Anmeldungsdatum:

14. Juni 1965, 18 Uhr

Priorität:

Deutschland, 3. Juli 1964  
(D 44838 VIIIb/21d<sup>3</sup>)

Patent erteilt:

31. Dezember 1966

Patentschrift veröffentlicht: 30. Juni 1967

C

## HAUPTPATENT

Danfoss A/S, Nordborg (Dänemark)

**Vorrichtung zur Kompensation des Ausfalls eines Reihenwiderstandes  
bei einer Reihenschaltung, insbesondere bei einer Christbaumbeleuchtung**

Mogens Dyre, Gildbro pr. Nordborg (Dänemark), ist als Erfinder genannt worden

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Kompensation des Ausfalls eines Reihenwiderstandes bei einer Reihenschaltung, insbesondere bei einer Christbaumbeleuchtung, wobei jedem Reihenwiderstand ein Überbrückungselement parallel geschaltet ist, das bei einer Unterbrechung im Reihenwiderstand leitend wird.

Bei einer Christbaumbeleuchtung — analoges gilt von Reklameleuchtketten, Reihenschaltungen von Heizwiderständen, speziellen Glimmlampenschaltungen usw. — ist eine Reihe von einzelnen Lampen in Reihenschaltung an das Netz gelegt. Wenn eine Lampe durchbrennt, erlöschen alle anderen Lampen auch. Es ist dann nicht möglich, die durchgebrannte Lampe sofort ausfindig zu machen und zu ersetzen. Vielmehr muss man bis zum Auffinden der beschädigten Lampe alle Lampen einzeln ausschrauben und durchprüfen.

Zur Behebung dieses Nachteils ist es bekannt, jede einzelne Lampe durch einen Gleichrichter bzw. bei Wechselspannung durch die Reihenschaltung zweier einander entgegengeschalteter Gleichrichter zu überbrücken. Diese Gleichrichter sind so bemessen, dass beim Anlegen der vollen Netzspannung die Sperrsicht zerstört und die Gleichrichterzelle kurzgeschlossen wird. Da an diesem Gleichrichter beim Durchbrennen der zugehörigen Lampe die volle Netzspannung anliegt, tritt dieser Effekt auf, sämtliche anderen Lampen brennen mit etwas erhöhter Spannung weiter und die defekte Lampe ist, weil sie dunkel bleibt, sofort erkennbar. Nachteilig hierbei ist jedoch, dass dann nicht nur die Lampe, sondern auch die zerstörte Gleichrichterzelle ausgebaut und ersetzt werden muss.

Demgegenüber besteht die Erfindung darin, dass als Überbrückungselement ein Festkörperschalter ver-

wendet ist, der beim Überschreiten eines Schwellenwerts der angelegten Spannung vom hochohmigen in den niederohmigen Zustand und beim Unterschreiten eines Haltwerts des hindurchfliessenden Stromes wieder zurückschaltet, wobei der Schwellenwert in dem Bereich zwischen dem Spannungsabfall am zugehörigen Reihenwiderstand im Normalbetrieb und der Betriebsspannung der Reihenschaltung liegt.

An einem solchen Festkörperschalter liegt im Normalbetrieb nur der Spannungsabfall am zugehörigen Reihenwiderstand. Er ist also hochohmig und beeinflusst die Gesamtschaltung nicht. Brennt jedoch der Reihenwiderstand durch, liegt die volle Netzspannung am Festkörperschalter und dieser geht in den niederohmigen Zustand über, so dass alle übrigen Lampen bis auf die durchgebrannte Lampe weiter hell leuchten. Die defekte Lampe ist demnach erkennbar. Es braucht lediglich diese Lampe ausgetauscht zu werden. Das Überbrückungselement kehrt selbsttätig in den unwirksamen Zustand zurück, sobald der Strom den Haltwert unterschreitet, z. B. beim Abschalten der Spannung während des Lampenaustausches.

Die erfindungsgemäss Vorrichtung arbeitet auch bei Wechselspannung. Zwar kehrt der Festkörperschalter am Ende jeder Halbwelle in den hochohmigen Zustand zurück. Er schaltet jedoch in den niederohmigen Zustand, sobald sein Schwellenwert überschritten wird. Alsdann fliessst der Strom über die gesamte Restzeit der Halbperiode. Dies reicht aus, um sämtliche Lampen bis auf die defekte Lampe zum Leuchten zu bringen. Ausserdem kann man den Schwellenwert sehr niedrig halten, vorzugsweise im unteren Drittel des angegebenen Spannungsbereichs (zwischen dem Spannungsabfall am zugehörigen Reihenwiderstand im Normalbetrieb und der Betriebs-

40

45

50

55

60

65

70

spannung der Reihenschaltung), so dass der Festkörperschalter nahezu über die gesamte Halbwelle leitend ist.

Als Festkörperschalter kommen verschiedene bekannte Typen, beispielsweise aus mehreren monokristallinen Schichten aufgebaute Dioden, z. B. eine Fünf-Schicht-Diode, in Frage. Sehr viel vorteilhafter sind aber neuartige Festkörperschalter mit polykristallinem Aufbau. Die letztgenannten Festkörperschalter haben ein besonders grosses Widerstandsverhältnis zwischen dem hochohmigen und dem niederohmigen Zustand. Ausserdem kann man ihren Schwellenwert durch Wahl des Mischungsverhältnisses oder durch die Dicke des Körpers nach Belieben einstellen. Sie sind ausserordentlich hoch belastbar und sehr leicht herstellbar. Beispielsweise kann man sie durch Aufdampfen auf eine Metallplatte, durch Sintern, durch Erstarrenlassen einer Legierungsschmelze o. dgl. erzeugen.

Einer der interessantesten Vertreter der polykristallinen Festkörperschalter besteht überwiegend aus Tellur mit Zusätzen aus Elementen der Gruppen IV und V des periodischen Systems. Als Beispiel sei ein Festkörperschalter genannt, der aus 67,5 % Tellur, 25 % Arsen und 7,5 % Germanium erzeugt ist.

Weitere Einzelheiten einer Ausführungsform der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung im Zusammenhang mit der Zeichnung. Es zeigen:

Fig. 1 ein typisches Strom-Spannungs-Diagramm für einen in der erfundungsgemässen Vorrichtung verwendbaren Festkörperschalter,

Fig. 2 das Schaltbild einer Reihenschaltung von mehreren Lampen,

Fig. 3 in einem Spannungs-Zeit-Diagramm die Arbeitsweise der erfundungsgemässen Vorrichtung, und

Fig. 4 eine praktische Ausführungsform der Erfindung in schematischer Darstellung.

In dem Diagramm der Fig. 1 ist der Strom  $I$  eines symmetrischen Festkörperschalters auf Tellurbasis über der Spannung  $U$  aufgetragen. Unterhalb der Schwellenspannung  $\pm U_s$  ist der Strom nahezu 0, da der Schalter seinen hochohmigen Zustand eingenommen hat, bei dem sein Widerstand bis zu mehreren Megohm betragen kann (Kurve I). Sobald jedoch die Schwellenspannung  $U_s$  überschritten ist, springt der Festkörperschalter in seinen niederohmigen Zustand (Kurve II) um, bei dem er einen Widerstand von 1 Ohm oder weniger hat. Den niederohmigen Zustand behält der Schalter bei, bis der hindurchfliessende Strom einen Haltwert  $I_H$  unterschreitet, der ziemlich in der Nähe des Nullpunktes liegen kann. Beim Unterschreiten von  $I_H$  schaltet der Festkörperschalter in den hochohmigen Zustand zurück.

Bei der Schaltung nach Fig. 2 sind an die Netzklammern 1 fünf Glühlampen 2—6 in Reihenschaltung angeschlossen. Jede Lampe ist für ein Fünftel der Netzspannung ausgelegt. Parallel zu jeder Lam-

pe 2—6 liegt ein Festkörperschalter 7—11 der beschriebenen Art.

Es sei zunächst angenommen, dass die Lampen an einem Gleichspannungsnetz liegen. Brennt nun eine der Lampen, z. B. die Lampe 4, durch, so liegt an dem zugehörigen Festkörperschalter 9 die gesamte Netzspannung. Dieser schaltet demnach in den niederohmigen Zustand um und die restlichen Lampen 2, 3, 5, 6 leuchten weiter, wobei sie mit einer etwas höheren Spannung, nämlich einem Viertel der Netzspannung, beaufschlagt werden. Lediglich die defekte Lampe 4 bleibt dunkel. Wenn man nun den Strom abschaltet, die Lampe 4 auswechselt und den Strom wieder einschaltet, ist der ursprüngliche Zustand wiederhergestellt, ohne dass der Festkörperschalter 9 ausgewechselt werden musste.

Bei einem Wechselspannungsnetz mit der Spannung  $U_N$  wird jede Lampe mit einer Teilspannung  $U_L$  bedient. Die Schwellenspannung  $U_s$  der Festkörperschalter soll dann zwischen den beiden Spitzenwerten von  $U_L$  und  $U_N$ , also in dem Bereich B, vorzugsweise im unteren Drittel dieses Bereichs, liegen. Dann ergibt sich in jeder Halbwelle ein Spannungs- bzw. Stromverlauf gemäss der dick ausgezogenen Kurve. So lange bis  $U_s$  erreicht ist, erhalten die nicht defekten Lampen keine Spannung. Sobald dieser Punkt aber überschritten wurde, liegt die volle Netzspannung an den verbleibenden Lampen und zwar bis etwa zum Ende der Halbwelle. Es ist ersichtlich, dass hierdurch keine wesentliche Beeinträchtigung der Helligkeit der restlichen Lampen erfolgt, sondern durch die Verzögerung des Stromeinsatzes höchstens die geringfügige Überspannung, die wegen des Ausfalls der einen Lampe auftritt, kompensiert wird.

Da die verwendeten Festkörperschalter nicht ausgetauscht werden müssen, kann man sie fest mit der Lampenfassung vereinigen. In Fig. 4 ist ein entsprechendes Ausführungsbeispiel schematisch dargestellt. In eine übliche Lampenfassung mit Blechgewinde 12, Mittelkontakt 13 und Isolierboden 14, wie sie zur Aufnahme des Sockels 15 einer Glühlampe dient, ist am Fassungsgrund eine Isolierplatte 16 eingesetzt, die einen Mittelkontakt 17 in Verlängerung des Mittelkontakte 13 aufweist, ausserdem aber einen Festkörperschalter 18 enthält, dessen einer Pol mit dem Mittelkontakt 17 und dessen anderer Pol mit dem Gewinde 12 in Kontakt steht. Selbstverständlich kann man diese Platte 16 auch als Schraubteil ausbilden und nachträglich in eine vorgegebene Fassung einschrauben. Umgekehrt ist es möglich, den Festkörperschalter 18 gleich in die Bodenplatte 14 mit einzubeziehen.

#### PATENTANSPRUCH

Vorrichtung zur Kompensation des Ausfalls eines Reihenwiderstandes bei einer Reihenschaltung, insbesondere bei einer Christbaumbeleuchtung, wobei jedem Reihenwiderstand ein Überbrückungselement

parallel geschaltet ist, das bei einer Unterbrechung im Reihenwiderstand leitend wird, dadurch gekennzeichnet, dass als Überbrückungselement ein Festkörperschalter verwendet ist, der beim Überschreiten eines Schwellenwertes der angelegten Spannung vom 5 hochohmigen in den niederohmigen Zustand und beim Unterschreiten eines Haltwertes des hindurchfließenden Stromes wieder zurückschaltet, wobei der Schwellenwert ( $U_S$ ) in dem Bereich (B) zwischen 10 dem Spannungsabfall ( $U_L$ ) am zugehörigen Reihenwiderstand im Normalbetrieb und der Betriebsspannung ( $U_N$ ) der Reihenschaltung liegt.

#### UNTERANSPRÜCHE

1. Vorrichtung nach Patentanspruch, dadurch gekennzeichnet, dass der Schwellenwert ( $U_S$ ) des Fest- 15

körperschalters im unteren Drittel des angegebenen Spannungsbereiches (B) liegt (Fig. 1, 3).

2. Vorrichtung nach Unteranspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Festkörperschalter polykristallinen Aufbau hat. 20

3. Vorrichtung nach Unteranspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Festkörperschalter überwiegend Tellur mit Zusätzen aus Elementen der Gruppen IV und V des periodischen Systems aufweist.

4. Vorrichtung nach Patentanspruch, für eine 25 Lampenkette, dadurch gekennzeichnet, dass der Festkörperschalter (18) fest mit der Fassung je einer Lampe vereinigt ist (Fig. 4).

Danfoss A/S

Vertreter: A. Sahli, Zürich

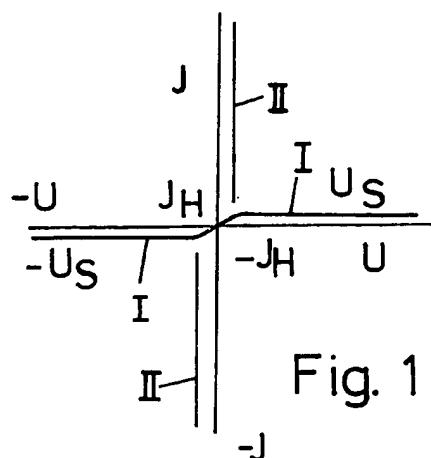


Fig. 1

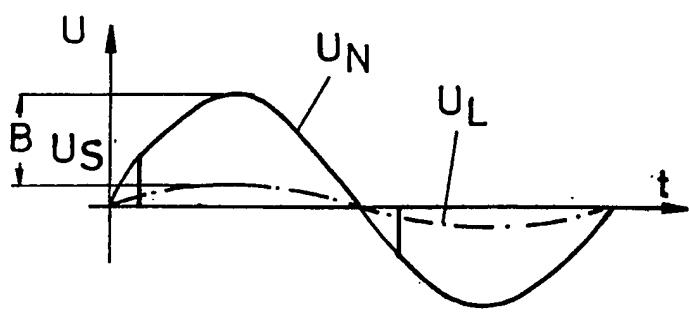


Fig. 3

Fig. 2

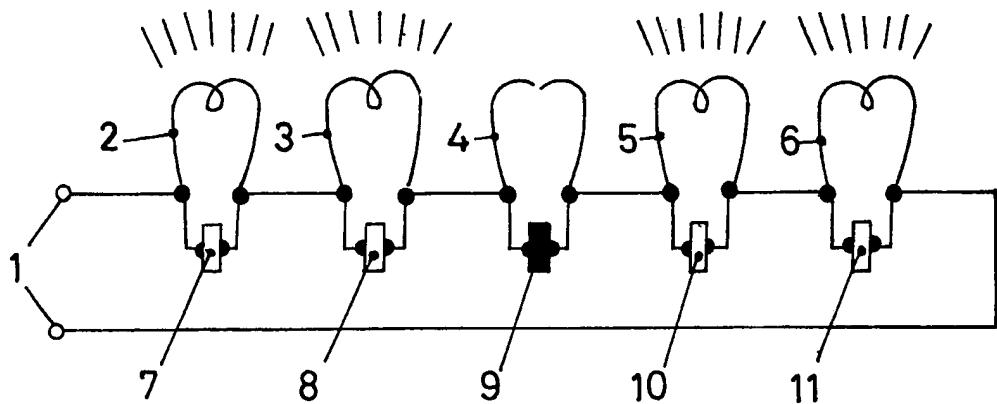


Fig. 4

